

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Évaluation de l'unité :

Département d'Études des Réacteurs

DER

sous tutelle des
établissements et organismes :

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies
Alternatives - CEA

Campagne d'évaluation 2016-2017 (Vague C)

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Département d'Évaluation de la Recherche

Pour le HCERES,¹

Michel Cosnard, président

Au nom du comité d'experts,²

Jean-Claude Charpentier, président du
comité

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

¹ Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

² Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2)

Rapport d'évaluation

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous.

Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité.

Nom de l'unité : Département d'Études des Réacteurs

Acronyme de l'unité : DER

Label demandé :

N° actuel :

Nom du directeur
(2016-2017) : M. Alain ZAETTA

Nom du porteur de projet
(2018-2022) : M. Alain ZAETTA

Membres du comité d'experts

Président : M. Jean-Claude CHARPENTIER, CNRS, Université de Lorraine

Co-président : M. Michel GIOT, Université Catholique de Louvain, Belgique

Experts : M. Giovanni BRUNA, Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire

M. Christophe DEMAZIERE, Chalmers Université, Suède

M. Philippe DESSAGNE, IPHC, CNRS, Strasbourg

M. Nordine KERKAR, EDF

M. Ernest MUND, ULB, Bruxelles, Belgique

M. Andreas PAUTZ, EPFL, Lausanne, Suisse

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Christophe GOURDON

Représentant des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Bernard BONNIN, Direction Énergie Nucléaire

Directeur ou représentant de l'École Doctorale :

M. Mossadek TALBY, collège doctoral, Aix-Marseille Université

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le Département d'Études des Réacteurs (DER) est un département « métiers » situé à Cadarache et provenant de la réorganisation du 1^{er} Juillet 1990 de deux départements « filières », les Réacteurs à Neutrons Rapides (DRNR) et les Réacteurs à Eau (DRE).

Au sein du CEA, le DER fait partie de la direction du centre de Cadarache (CAD), qui fait lui-même partie de la Direction de l'Énergie Nucléaire (DEN). A ce titre, il est intégré dans une structure opérationnelle hiérarchisée, dite « ligne opérationnelle », et ses programmes sont pilotés par une structure de type projet, dite « ligne programme », transverse par rapport à la précédente.

Le DER regroupe les compétences dans les domaines de la conception et de l'évaluation des filières de réacteurs nucléaires (performances, sûreté, économies, déchets), de la physique des réacteurs (physique nucléaire, données nucléaires, physique neutronique) et de l'expérimentation et l'exploitation associées sur les maquettes critiques ainsi que dans le développement de l'instrumentation nucléaire et des méthodes de mesures et de traitement. Il a également les compétences concernant la réalisation d'expériences de sûreté et l'exploitation des réacteurs expérimentaux associés.

Les boucles d'essais se trouvent à Cadarache (DTN/LHC) et à Grenoble (DTN/LTDA), mais, par rapport à la dernière évaluation AERES de 2011, les compétences de la DEN en modélisation et codes de thermo-hydraulique ont été transférées au CEA Saclay (DM2S/SMTF) qui assure désormais le développement des codes de neutronique et de thermo-hydraulique. Ainsi, le DER est entièrement localisé à Cadarache et n'est plus en charge aujourd'hui du développement et de la qualification des logiciels de thermo-hydraulique ni de la recherche de base et de l'expérimentation associée.

Équipe de direction

L'équipe de direction du DER est constituée du chef de département (M. Alain ZAETTA) et de son adjoint (M. J.C. MAGUIN), d'un responsable interface utilisateurs du Réacteur Jules Horowitz -RJH (M. G. BIGNAN), de deux ingénieurs QSE, assistants sûreté (M. G. GRON et M^{me} M. ROMAN), d'un assistant scientifique (M. R. JACQUIN), d'un correspondant de l'officier de sécurité, formation, ASSI suppléante (M. F. JOYER-BONHOURE) et de deux responsables de secrétariat (M^{mes} A. BLANC et M. PIGAGLIO). Dans la présentation de l'organigramme, les 5 chefs de services (SESI, SRJH, SPEX, SPRC et SRES) et de la cellule projet ASTRID sont rattachés directement à l'échelon direction. Parmi les 229 chercheurs et ingénieurs, le DER comporte 30 % d'experts : 8 directeurs de recherche et experts internationaux, 27 experts-seniors et 33 experts.

Nomenclature HCERES

ST5 (Sciences Pour l'Ingénieur).

Domaine d'activité

La préparation de l'évaluation HCERES a été l'occasion pour le DER de mener une réflexion sur ses objectifs qui a conduit le département à présenter son domaine d'activité sous forme de trois grands thèmes :

- thème 1 : modélisation neutronique des cœurs ;
- thème 2 : modélisation et conception/sûreté des réacteurs et systèmes ;
- thème 3 : instrumentation nucléaire pour les réacteurs.

Ces 3 thèmes d'activité sont identiques à ceux retenus lors de l'évaluation précédente, à l'exception du thème « thermo-hydraulique » transféré du DER Cadarache au Département de Modélisation des Systèmes et Structures (DM2S) du CEA Saclay pour la partie modélisation/simulation.

Effectifs de l'unité

Composition de l'unité	Nombre au 30/06/2016	Nombre au 01/01/2018
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	186,5	
N3 : Autres personnels titulaires (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)	17	
N4 : Autres chercheurs et enseignants-chercheurs (ATER, post-doctorants, etc.)		
N5 : Chercheurs et enseignants-chercheurs émérites (DREM, PREM)		
N6 : Autres personnels contractuels (appui à la recherche et/ou n'ayant pas d'obligation de recherche)		
N7 : Doctorants	36	
TOTAL N1 à N7	239,5	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	

Bilan de l'unité	Période du 01/01/2011 au 30/06/2016
Thèses soutenues	43
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	9
Nombre d'HDR soutenues	8

2 • Appréciation sur l'unité

Avis global sur l'unité

Les grands enjeux scientifiques et technologiques, et par suite les domaines d'activité du Département d'Études des Réacteurs (DER), s'inscrivent dans le cadre des principaux axes stratégiques de la DEN qui sont d'assurer le soutien au nucléaire industriel actuel, de préparer le développement de la 4^{ème} génération de réacteurs nucléaires, de moderniser et d'optimiser son parc d'installations expérimentales et de développer la simulation numérique, notamment en neutronique.

Sur la base de ses compétences, le DER est chargé de :

- de proposer et de réaliser les études préliminaires de systèmes de réacteurs apportant des progrès significatifs par rapport à la génération actuelle sur les plans de la compétitivité, de la sûreté et de la gestion des déchets ;
- de définir et de qualifier les outils de calcul traitant de la physique des cœurs et du cycle pour les réacteurs en service et les projets futurs, et de réaliser les expérimentations appropriées s'appuyant sur les réacteurs MASURCA, EOLE et MINERVE et dans le futur, ZEPHYR ;
- de réaliser, notamment pour le compte de l'IRSN, des essais de sûreté sur le réacteur CABRI et d'assurer la mise à l'arrêt définitif du réacteur PHEBUS ;
- d'assurer l'exploitation du RJH, et de réaliser les expérimentations associées répondant aux engagements pris par le CEA ;
- et de piloter les études du projet de démonstrateur de 4^{ème} génération ASTRID et de coordonner la R&D associée.

Le département a choisi de présenter son domaine d'activité sous forme de trois grands thèmes, soumis à évaluation :

- thème 1 : modélisation neutronique des cœurs ;
- thème 2 : modélisation et conception/sûreté des réacteurs et systèmes ;
- thème 3 : instrumentation nucléaire pour les réacteurs.

Ces trois thèmes d'activité sont identiques à ceux retenus lors de l'évaluation AERES précédente, à l'exception du thème thermo-hydraulique et concernent un effectif de 204 temps-plein répartis entre 187 chercheurs et ingénieurs et 17 techniciens, soit plus de 80 % des effectifs du DER. Si on exclut les activités en thermo-hydraulique transférées à Saclay en Janvier 2012, ces effectifs ont peu évolué par rapport à la situation en 2011, mais on constate une augmentation du rapport ingénieurs-chercheurs/techniciens et du nombre d'experts de rang élevé. Par contre, le DER a pu faire croître le nombre de ses doctorants et de ses membres HDR (de 5 à 11), ce qui était une recommandation de l'évaluation AERES 2011. Les publications ACL sont de l'ordre de 50/an et dans les actes de congrès de 60/an. Mais cette production scientifique pourrait encore être améliorée à l'avenir par la publication d'articles scientifiques concomitamment avant la soutenance des thèses. En outre, le nombre de manifestations scientifiques (conférences, workshops, écoles d'été, séminaires internes doctorants et experts) organisées par le département a augmenté (de 15 à 22), ce qui était également une recommandation de l'évaluation précédente. De plus, le DER a augmenté le nombre de notes et de rapports techniques à vocation industrielle (de 310 à près de 400) dont le comité HCERES estime nécessaire de souligner l'intérêt, car ces rapports contribuent, à côté des brevets qui les protègent, à la conservation de la propriété intellectuelle sur des sujets importants du point de vue économique, en particulier pour les donneurs d'ordre internes ou externes.

Le contexte national et international a fortement influencé la recherche menée depuis la dernière évaluation AERES. Ainsi, sous l'impulsion du CEA, la France a fait le choix de la filière de réacteurs rapides refroidis au sodium (RNR-Na) pour les études de la génération IV de réacteurs, et a mis en chantier les études préparatoires à la conception du démonstrateur ASTRID. Et c'est le DER qui doit réaliser la phase d'avant-projet détaillé sur la période 2016-2019. Les maquettes EOLE-MINERVE, dédiées aux études neutroniques des réacteurs de 3^{ème} et 4^{ème} génération, seront définitivement arrêtées à la fin de 2017 et devraient être remplacées par la nouvelle maquette critique ZEPHYR, dont la divergence est planifiée à l'horizon 2025. Le DER est particulièrement impliqué dans la définition de

ses caractéristiques. En tant que futur exploitant le DER doit s'approprier les systèmes et équipements du réacteur d'irradiation RJH au fur et à mesure de leur réalisation. Il doit assurer aussi le pilotage depuis la conception jusqu'à la réalisation, des dispositifs expérimentaux qui devront être opérationnels dès le démarrage du réacteur.

Ainsi, les recherches menées au sein du DER visent à répondre à la fois à des défis liés à l'exploitation des réacteurs de générations 2 et 3, aux enjeux de la conception des réacteurs de 4^{ème} génération, et à des besoins de réacteurs de recherche dans le domaine des combustibles. Tout cela sans compter l'élargissement de la R&D vers le domaine de l'assainissement-démantèlement nucléaire. En outre, le réacteur PHEBUS qui a permis de conduire des recherches intégrales sur les accidents graves de type perte de réfrigérant primaire, pouvant aller jusqu'à la fusion du cœur est arrêté depuis 2009, et le DER prépare l'évacuation du combustible irradié avant de transférer l'installation à l'unité qui procédera à son démantèlement.

Enfin, le DER est particulièrement impliqué dans le développement de la plateforme de simulation neutronique du CEA et notamment dans le développement et la validation du nouveau formulaire de calcul neutronique dédié au RNR basé sur APOLLO3 avec la mise au point d'un premier schéma de calcul en 2016 permettant son utilisation durant la phase d'APD d'ASTRID, et le développement d'un nouveau formulaire basé sur APOLLO3 dédié aux REL (Réacteurs Eau Légère) initié en 2016 et qui reste encore à finaliser.

Pour réaliser tous ces grands objectifs, le DER dispose de compétences et d'outils jugés remarquables, voire uniques par le comité HCERES. L'ancrage national est renforcé par la structure d'évaluation de projets que constitue l'Institut tripartite CEA, EDF et AREVA (avec participation de l'IRSN pour les aspects ayant trait à la sûreté), et par les collaborations avec les pôles universitaires, principalement - mais pas exclusivement - ceux de Grenoble, Aix-Marseille, Strasbourg, Nantes, Toulouse, Montpellier, Lyon et Paris. L'ancrage international se manifeste dans une cinquantaine de collaborations internationales, dont 12 projets européens et plusieurs réseaux d'échanges et 80 collaborations R&D industrielles. Il faut noter, en particulier, la participation japonaise (JAEA) aux études sur le démonstrateur ASTRID et la participation du DER aux grandes instances internationales (Forum GEN IV, AEN et AIEA).

Le comité d'experts a perçu la tension importante à laquelle sont confrontés les chercheurs vu le nombre assez élevé de projets. Le contexte budgétaire contraint et le faible soutien financier de la Commission Européenne (dans le cadre EURATOM) pour les programmes de recherche dans le domaine de la fission laissent des marges limitées pour la recherche amont. En outre, les exigences en matière de sûreté/sécurité ont pris une extension notable - pas seulement en France - ; ce qui alourdit les procédures d'exploitation des installations expérimentales avec usage de matières radioactives.

Mentionnons encore qu'une hypothèque majeure pèse sur la poursuite des programmes du DER : la décision à prendre concernant la poursuite du projet de démonstrateur ASTRID. De fait, cette décision concerne de nombreux programmes de la DEN et pas seulement ceux du DER. Toute stratégie pour l'avenir est conditionnée aux décisions qui seront prises dans le projet ASTRID. Le personnel du DER s'interroge quant à l'avenir de ce projet et aux conséquences d'un arrêt. En effet, le manque d'accès à des réacteurs de recherche pendant une période prolongée représente un risque majeur de perte de compétences et de perte de motivation du personnel concerné, risque dont le DER est parfaitement conscient.

Le comité d'experts estime que les décisions concernant le futur du projet ASTRID ne doivent pas entraver le DER dans la réalisation de ses missions scientifiques qui le placent au premier rang mondial dans de nombreux domaines de l'industrie nucléaire, notamment de par ses compétences en physique des réacteurs, en expérimentations sur maquettes critiques et en évaluation de filières, et dans celui de l'instrumentation nucléaire pour les réacteurs avec le Laboratoire de Dosimétrie, Capteurs et Instrumentation (LDCI) qui détient de fait une expertise et des compétences reconnues au niveau national et international. En conséquence, le comité recommande que les mesures nécessaires d'anticipation soient envisagées pour faire face à toute éventualité.